**IX. RADIOACTIVITATEA MEDIULUI**

**IX.1. Monitorizarea radioactivităţii factorilor de mediu**

Radioactivitatea este proprietatea nucleelor unor elemente chimice de a emite prin dezintegrare spontană radiaţii corpusculare şi electromagnetice. Aceasta este un fenomen natural ce se manifestă în mediu.

Radioactivitatea naturală este determinată de substanţele radioactive de origine terestră (precum U-238, U-235, Th-232, Ac-228 etc.), la care se adaugă substanţele radioactive de origine cosmogenă (H-3, Be-7, C-14 etc.) şi radiaţia cosmică, care toate la un loc formează fondul natural de radiaţii.

Substanţele radioactive de origine terestră există în natură din cele mai vechi timpuri, iar abundenţa lor este dependentă de conformaţia geologică a diferitelor zone, variind de la un loc la altul. Componenta extraterestră a radioactivităţii naturale este constituită din radiaţiile de origine cosmică provenite din spaţiul cosmic şi de la Soare. Substanţele radioactive de origine cosmogenă se formează în straturile înalte ale atmosferei, prin interacţia radiaţiei cosmice cu elemente stabile. Toate radiaţiile ionizante, de origine terestră sau cosmică, constituie fondul natural de radiaţii care acţionează asupra organismelor vii.

Alături de radionuclizii naturali se găsesc radionuclizii artificiali care au pătruns în mediu pe diferite căi:

* intenţionat, în urma testelor nucleare şi prin deversări de la diverse instalaţii nucleare;
* accidental, în urma unor defecţiuni la instalaţiile nucleare (exemplu: accidentele nucleare de la Cernobîl, Fukushima).

Supravegherea radioactivităţii factorilor de mediu pe teritoriul naţional este asigurată prin Reţeaua Naţională de Supraveghere a Radioactivităţii Mediului (RNSRM), care este coordonată ştiinţific, tehnic şi metodologic de Laboratorul Naţional de Referinţă pentru Radioactivitate (LNRR) din cadrul Agenţiei Naţionale pentru Protecţia Mediului (ANPM).

Obiectivele monitorizării radioactivităţii mediului în cadrul RNSRM sunt:

* detectarea rapidă a oricăror creşteri cu semnificaţie radiologică a nivelurilor de radioactivitate a mediului pe teritoriul naţional;
* notificarea rapidă a factorilor de decizie în situaţie de urgenţă radiologică şi susţinerea, cu date din teren, a deciziilor de implementare a măsurilor de protecţie în timp real;
* controlul funcţionării surselor de poluare radioactivă cu impact asupra mediului, în acord cu cerinţele legale, şi limitele autorizate la nivel naţional;
* evaluarea dozelor încasate de populaţie ca urmare a expunerii suplimentare la radiaţii, datorate practicilor sau accidentelor radiologice
* urmărirea continuă a nivelurilor de radioactivitate naturală, importante în evaluarea consecinţelor unei situaţii de urgenţă radiologică;
* furnizarea de informaţii către public[[1]](#footnote-1).

În cadrul APM Suceava funcționează Staţia de Supraveghere a Radioactivităţii Mediului Suceava (SSRM), adică un laborator cu un program zilnic de funcţionare de 11 ore/zi, aceasta fiind una din cele 37 de SSRM care fac parte din RNSRM. La sediul APM Suceava funcționează continuu și o staţie automată de monitorizare a debitului dozei gamma din aer.

SSRM Suceava a desfăşurat în anul 2017 următoarele programe de supraveghere a radioactivităţii mediului:

* **Programul standard de monitorizare a radioactivităţii factorilor de mediu**, desfăşurat în mod unitar de către toate SSRM din cadrul RNSRM; programul de funcţionare a SSRM Suceava este de 11 ore/zi şi urmăreşte evoluţia în timp a radioactivităţii factorilor de mediu;
* **Programul special de monitorizare a zonelor cu fondul natural modificat antropic** din judeţul Suceava, program aprobat anual de ANPM, care a inclus prelevări cu frecvenţă trimestrială, semestrială sau anuală, după caz, de probe de mediu din zonele aflate sub impactul activităţilor legate de exploatarea, încărcarea şi transportul minereurilor de uraniu din judeţ. În cadrul programului special pe anul 2017 au fost investigate zonele miniere Crucea şi Botuşana, aparţinând Companiei Naţionale a Uraniului, Filiala Suceava, precum şi zona Argestru, unde se află Staţia Tehnică de încărcare-transport C.F. minereu uranifer. A fost totodată monitorizată în continuare şi zona haldei de zgură şi cenuşă a fostei centrale termoelectrice pe huilă aparţinând S.C. TERMICA S.A. Suceava, oprită în anul 2013.
* O parte din probele prelevate, atât în cadrul programului standard, cât şi a celui special, sunt pregătite şi expediate lunar Laboratorului de Radioactivitate din cadrul APM Iaşi, unde există dotarea necesară în vederea determinării concentraţiilor izotopilor radioactivi din probele de mediu, prin măsurători gamma spectrometrice. Rezultatele acestor determinări sunt centralizate de către LNRR din cadrul ANPM.

Fluxul de date în cadrul RNSRM include proceduri de verificare şi validare a datelor, de notificare, avertizare sau alarmare, fiind stabilit astfel încât să asigure informarea promptă a factorilor de decizie naţionali (ANPM) şi locali (după caz), atât în situaţii de rutină, cât şi în situaţii de urgenţă.

**IX.1. Radioactivitatea aerului**

Monitorizarea calităţii aerului din punct de vedere al radioactivităţii este prima cale de identificare a prezenţei radionuclizilor naturali şi artificiali în atmosferă, peste limitele fondului natural. În acest scop, în cadrul SSRM Suceava sunt efectuate determinări beta globale asupra aerosolilor atmosferici şi depunerilor atmosferice totale (umede şi uscate) şi măsurători continue ale debitului dozei gama gama spectrometrice. Probele cumulate lunar se trimit pentru determinări beta spectrometrice asupra aerosolilor atmosferici și depunerilor atmosferice umede, la altă SSRM care are dotarea necesară pentru astfel de determinări.

***IX.1.1. Debitul dozei gamma absorbite în aer***

Este monitorizat continuu, prin valori medii orare, prin intermediul staţiei automate de doză gamma din aer, amplasată la sediul APM Suceava, str. Bistriţei nr. 1A, care funcţionează din anul 2007; datele măsurate sunt transmise on-line la serverul local de date din SSRM Suceava şi la LNRR şi intră apoi în circuitul de date european.

Fig. IX.1.1.1. Variația mediilor și maximelor anuale ale debitului dozei gama în aer

în perioada 2013 – 2017

***Notă: limita de avertizare*** *pentru debitul dozei gama este* ***1 μSv/h*** *(conform O.M. nr. 1978/2010).*

Din fig. IX.1.1.1 se observă că, în intervalul 2013 – 2017, nivelurile medii anuale ale dozei gamma absorbite în aer sunt practic egale, în timp ce valorile orare maxime măsurate sunt foarte apropiate, fluctuând în limite normale.

***IX.1.2. Aerosoli atmosferici***

SSRM realizează zilnic câte 2 prelevări de aerosoli atmosferici, prin aspirare pe filtre, fiecare cu durata de 5 ore, efectuând măsurători beta globale ale aerosolilor astfel:

* imediat după prelevare (la 3 minute după încetarea prelevării) – măsurători imediate;
* după 20 ore – pentru determinare Radon (Rn) şi Toron (Tn);
* după 5 zile de la încetarea aspirării - măsurători întârziate.

**IX.1.2.1**. Activități beta globale ale aerosolilor atmosferici, măsurători imediate

Fig. IX.1.2.1.1. Variația mediilor lunare ale activității beta globale imediate

a aerosolilor atmosferici în funcție de variația diurnă în anul 2017

***Notă****: Pentru cazurile în care valoarea zilnică măsurată a fost sub valoarea minim detectabilă a aparatului, în calculul mediei s-a utilizat valoarea minim detectabilă (limita de detecţie).*

Din figura IX.1.2.1.1. se observă că valori mai ridicate ale activităţii beta globale imediate se înregistrează de regulă în cursul nopţii (în intervalul de aspiraţie cuprins între orele 02-07).

Fig. IX.1.2.1.2. Variația mediilor anuale ale activității beta globale imediate

a aerosolilor atmosferici în funcție de variația diurnă, în perioada 2013 - 2017

|  |  |
| --- | --- |
| Fig. IX.1.2.1.3. Variația mediilor anuale ale activității beta globale imediate  a aerosolilor atmosferici în perioada 2013 – 2017 | |
| *a. aspirația 02–07* | *b. aspirația 08–13* |
|  |  |

***Note*** *la fig.* ***IX.1.2.1.2.*** *şi* ***IX.1.2.1.3****:*

*1.* ***Limita de avertizare*** *pentru aerosolii atmosferici prin analiza beta globală imediată este de* ***50 Bq/m3****(conform O.M. nr. 1978/2010).*

*2. Pentru cazurile în care valoarea zilnică măsurată a fost sub valoarea minim detectabilă a aparatului, în calculul mediei s-a utilizat valoarea minim detectabilă (limita de detecţie).*

Din figura IX.1.2.1.2. şi IX.1.2.1.3 se constată că valorile medii anuale, ca și valorile maxime măsurate imediat pentru ambele aspiraţii, au scăzut în perioada 2013 - 2017.

**IX.1.2.2.** Activități specifice medii anuale ale Radonului şi Toronului

Activitatea specifică a Radonului şi Toronului este determinată indirect, prin măsurarea beta globală a filtrelor pe care s-au aspirat aerosolii atmosferici, după 25 ore de la încetarea prelevării.

Radonul (Rn-222) şi Toronul (Rn-220) sunt produşi de filiaţie ai U-238 şi Th-232, aflaţi în stare gazoasă. Ei ajung în atmosferă, în urma exhalaţiei din sol şi roci, unde sunt supuşi fenomenelor de dispersie atmosferică. Concentraţiile de Rn-222 şi Rn-220 în atmosferă variază sezonier, depinzând de condiţiile meteorologice, care influenţează atât viteza de emanaţie a gazelor din sol, cât şi diluţia/dispersia acestora în atmosferă.

Dispersia Radonului şi Toronului în atmosferă este puternic influenţată de circulaţia curenţilor de aer. Astfel, cele mai mari concentraţii în atmosferă se înregistrează în perioada de noapte, în intervalul de aspiraţie 0200-0700, valorile maxime fiind atinse spre dimineaţă, când apare o perioadă de acalmie a curenţilor de aer. Odată cu creşterea temperaturii, pe timpul zilei, apar curenţii de convecţie, care contribuie la dispersia Radonului şi Toronului acumulat peste noapte în păturile inferioare ale atmosferei.

Fig. IX.1.2.2.1. Variația mediilor lunare ale activității specifice a **Radonului** din atmosferă,

în funcţie de variaţia diurnă, în anul 2017

Fig. IX.1.2.2.2. Variația mediilor lunare ale activității specifice a **Toronului** din atmosferă,

în funcţie de variaţia diurnă, în anul 2017

***Notă*** *la fig.* ***IX.1.2.2.1 şi IX.1.2.2.2****: În cazurile în care valoarea zilnică măsurată a fost sub valoarea minim detectabilă a aparatului, în calculul mediei s-a utilizat minima detectabilă (limita de detecţie).*

Analizând fig. IX.1.2.2.1 şi IX.1.2.2.2, comparativ cu fig. IX.1.2.1.1 de mai sus, se observă că variabilitatea inter-lunară a radonului şi toronului, atât pe timp de zi, cât şi de noapte, este apropiată de cea a activităţii beta globale imediate a aerosolilor. Aceasta confirmă faptul că radioactivitatea atmosferei a fost dată în principal de descendenţii Radonului şi Toronului, aşa cum se întâmplă în condiţii normale.

Din figura IX.1.2.2.3. şi IX.1.2.2.4. se constată că, în intervalul 2013 - 2017, valorile medii anuale ale Rn şi Tn pentru ambele aspiraţii au scăzut ușor, valorile cele mai mici din această perioadă fiind cele măsurate în anul 2016.

|  |  |
| --- | --- |
| Fig. IX.1.2.2.3. Variația mediilor anuale ale activității specifice a **Radonului** în perioada 2013 – 2017 | |
| ***a. aspirația 02–07*** | ***b. aspirația 08–13*** |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Fig. IX.1.2.2.4. Variația mediilor anuale ale activității specifice a **Toronului**în perioada 2013 - 2017 | |
| ***a. aspirația 02–07*** | ***b. aspirația 08–13*** |
|  |  |

***Notă*** *la fig.* ***IX.1.2.2.3*** *şi* ***IX.1.2.2.4****: În cazurile în care valoarea zilnică măsurată a fost sub valoarea minim detectabilă a aparatului, în calculul mediei s-a utilizat valoarea minim detectabilă (limita de detecţie).*

**IX.1.2.3.** Activități beta globale ale aerosolilor atmosferici, măsurători întârziate

Fig. IX.1.2.3.1. Variaţia mediilor lunare ale activităţii beta globale întârziate

(măsurare la 5 zile) a aerosolilor atmosferici în anul 2017

|  |  |
| --- | --- |
| Fig. IX.1.2.3.2. Variația mediilor anuale ale activității beta globale întârziate  (măsurare la 5 zile) a aerosolilor atmosferici, în perioada 2013 - 2017 | |
| ***a. aspirația 02–07*** | ***b. aspirația 08–13*** |
|  |  |

***Notă*** *la* ***fig. IX.1.2.3.1*** *şi* ***IX.1.2.3.2****: În cazurile în care valoarea zilnică măsurată a fost sub valoarea minim detectabilă a aparatului, în calculul mediei s-a utilizat valoarea minim detectabilă (limita de detecţie).*

Din figura IX.1.2.3.2. se constată o variabilitate redusă a mediilor anuale a radioactivităţii artificiale a aerosolilor de zi şi de noapte, în intervalul 2013 – 2017, cu o ușoară tendință de scădere față de anul 2013.

**IX.2. Radioactivitatea depunerilor atmosferice totale**

Probele de depuneri atmosferice se obţin prin prelevarea zilnică, de pe o suprafaţă de 0,3 m2, a pulberilor sedimentabile şi a precipitaţiilor atmosferice.

După prelevare şi pregătire, probele de depuneri totale sunt măsurate în aceeaşi zi pentru determinarea activităţii beta globale imediate şi respectiv după 5 zile de la prelevare, pentru determinarea activităţii beta globale întârziate, artificiale.

|  |  |
| --- | --- |
| Fig. IX.2.1. Variația mediilor anuale ale activității beta globale  adepunerilor atmosferice, în perioada 2013 - 2017 | |
| ***a.*** măsurare **imediată** | ***b.*** măsurare **întârziată** |
|  |  |

***Note****:*

*1.* ***Limita de avertizare*** *pentru depunerile atmosferice totale (umede şi uscate) prin analiza beta globală imediată este de* ***1000 Bq/m2zi*** *(conform O.M. nr. 1978/2010).*

*2. În cazurile în care valoarea zilnică măsurată a fost sub valoarea minim detectabilă a aparatului, în calculul mediei s-a utilizat valoarea minim detectabilă (limita de detecţie).*

Din figurile IX.2.1. a şi b se observă o variabilitate redusă a mediilor anuale ale radioactivităţii beta globale la depunerile atmosferice, în intervalul 2013 - 2017, atât la măsurarea imediată cât şi la cea întârziată (radioactivitatea artificială).

**IX.3. Radioactivitatea apelor**

***IX.3.1. Program standard***

SSRM Suceava prelevează zilnic şi măsoară imediat şi întârziat (la 5 zile), probe de apă de suprafaţă prelevate din **râul Suceava**, din secţiunea pod Burdujeni.

|  |  |
| --- | --- |
| Fig. IX.3.1.1. Variația mediilor anuale ale activității beta globale  a probelor de apă brutădin râul Suceava, în perioada 2013 – 2017 | |
| ***a. măsurare imediată*** | ***b. măsurare întârziată (la 5 zile)*** |
|  |  |

***Note*** *la fig.* ***IX.3.1.1. a şi b****:*

*1.* ***Limita de avertizare*** *pentru apa de suprafaţă prin analiza beta globală imediată este de* ***5 Bq/l*** *(conform O.M. nr. 1978/2010)*

*2. În cazurile în care valoarea zilnică măsurată a fost sub valoarea minim detectabilă a aparatului, în calculul mediei s-a utilizat valoarea minim detectabilă (limita de detecţie).*

Din figura IX.3.1.1. se observă o ușoară tendinţă de scădere a radioactivităţii beta globale a apei râului Suceava, în intervalul 2013 - 2017, atât la măsurarea imediată cât şi la cea întârziată (radioactivitatea artificială).

***IX.3.2. Programul special***

1. *Ape de suprafaţă*

Fig. IX.3.2.1. Ape de suprafaţă – medii anuale ale activităţilor beta globale în perioada 2013 - 2017

– măsurători la 5 zile de la prelevare probe semestriale sau anuale

***Note****:*

*1.* ***Limita de avertizare*** *pentru apa de suprafaţă prin analiza beta globală imediată (conform O.M. nr. 1978/2010) este de* ***5 Bq/l.***

*2. La unele probe valoarea măsurată a fost sub minima detectabilă a aparatului, caz în care s-a luat în considerare valoarea minim detectabilă din data măsurării*

Din figura IX.3.2.1. se constată că valorile, aflate mult sub limita de avertizare, au o variabilitate normală de la an la an și chiar o tendință de reducere a radioactivității beta globale pe pârâul Crucea, la intrare în loc. Crucea și aval confl. cu pr. Troaca Găvanului.

Valorile medii anuale la probele prelevate din zonele cu fondul natural modificat antropic, sunt comparabile cu valorile măsurate la probele prelevate zilnic din râul Suceava (considerat martor) în cadrul programului standard de supraveghere (vezi și fig. IX.3.1.1.b).

1. *Ape subterane*

Fig. IX.3.2.2. Apă freatică – medii anuale ale activităţilor beta globale în perioada 2013 - 2017

– măsurători la 5 zile de la prelevare probe trimestriale, semestriale sau anuale

***Note****:*

*1. Conform anexei 3 la Legea nr. 301/2015 privind stabilirea cerinţelor de protecţie a sănătăţii populaţiei în ceea ce priveşte substanţele radioactive din apa potabilă, dacă valorile activităţii alfa globală şi beta reziduală, sunt mai mici de 0,1 Bq/l şi, respectiv, 1,0 Bq/l după scăderea aportului de 40K, se poate considera că doza efectivă totală de referinţă este inferioară parametrului valoric al dozei efective totale de referinţă* *de 0,1 mSv. Dacă valoarea activităţii alfa globală depăşeşte 0,1 Bq/l sau dacă activitatea beta reziduală depăşeşte 1,0 Bq/l, este necesară analiza radionuclizilor specifici.*

*2. La unele probe valoarea măsurată a fost sub minima detectabilă a aparatului, caz în care s-a luat în considerare valoarea minim detectabilă din data măsurării.*

Valorile beta globale măsurate întârziat la probele de apă subterană (fig. IX.3.2.2), ca și cele alfa globale, s-au situat sub valorile indicate la Nota 1 de mai sus, în tot intervalul analizat, fără a se scădea concentraţia de activitate a radionuclidului 40K (care nu se determină în lab. APM Suceava).

**IX.4. Radioactivitatea solului**

***IX.4.1. Program standard***

Pentru supravegherea radioactivităţii solului, sunt prelevate probe de sol necultivat cu frecvenţă săptămânală (exceptând perioade de îngheţ la sol), din amplasamentul APM Suceava, din cartierul Obcini, str. Bistriţei nr. 1A, Suceava.

Măsurarea activităţii beta globale a probelor de sol se face la 5 zile de la prelevare – măsurători întârziate. Rezultatele sunt exprimate la masa uscată.

Fig. IX.4.1.1. Variația mediilor și maximelor anuale ale activității beta globale a probelor de sol necultivat în perioada 2013 - 2017 – măsurători la 5 zile de la prelevarea săptămânală

***IX.4.2. Program special***

Fig. IX.4.2.1. Sol necultivat – medii anuale ale activităţilor beta globale în perioada 2013 - 2017

– măsurători la 5 zile de la prelevare probe semestriale sau anuale

Analizând fig IX.4.2.1. comparativ cu fig. IX.4.1.1, se constată că activităţile beta globale medii anuale ale probelor de sol prelevate în cadrul programului special sunt comparabile cu cele măsurate la solul prelevat din municipiul Suceava (considerat martor).

Nu se constată modificări semnificative ale radioactivității beta globale a solului din zonele supravegheate prin programul special, nici față de zona martor, nici de la un an la altul, în perioada analizată. Condiţiile meteorologice din perioada anterioară prelevărilor (ex. precipitaţii abundente sau seceta prelungită) influenţează radioactivitatea solului de la un moment dat.

**IX.5. Radioactivitatea vegetaţiei**

***IX.5.1. Program standard***

Probele de vegetaţie spontană (iarbă) sunt prelevate cu frecvenţă săptămânală, în perioada aprilie - octombrie, din amplasamentul APM Suceava, din cartierul Obcini, str. Bistriţei 1A, Suceava. Măsurarea activităţii beta globale a probelor de vegetaţie s-a făcut la 5 zile de la prelevare – măsurători întârziate. Rezultatele sunt exprimate la masa verde.

Fig. IX.5.1.1. Variația mediilor și maximelor anuale ale activității beta globale a probelor

de vegetaţie spontană – măsurători la 5 zile de la prelevare, în perioada 2013 – 2017

***IX.5.2. Program special***

Fig. IX.5.2.1. Vegetaţie spontană – medii anuale ale activităţilor beta globale în perioada

2013 - 2017 – măsurători la 5 zile de la prelevare probe semestriale sau anuale

Analizând fig IX.5.2.1. comparativ cu fig. IX.5.1.1. se constată că activităţile beta globale medii anuale ale probelor de vegetaţie spontană prelevate în cadrul programului special sunt comparabile cu cele măsurate la vegetația prelevată din punctul sediu APM Suceava (considerat martor).

Nu se constatată modificări semnificative ale radioactivității beta globale a vegetaţiei spontane din zonele supravegheate prin programul special, nici față de zona martor, nici de la un an la altul.

1. Raportul privind starea mediului în România în anul 2016 [↑](#footnote-ref-1)